

人体通信装置の心電図への影響調査に関する一検討

竹内章裕[†] 加藤康男 長谷川大 佐久田博司

青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科†

1 はじめに

本格的に到来しつつある「ユビキタス社会」にあって、利用者たる人間と、コンピュータや通信装置が密接に関わり合う「ウェアラブル・コンピューティング」が具現化されて来た [1]. 「ウェアラブル・コンピューティング」は文字通り、利用者がコンピュータや周辺機器を身体に装着して利用することを前提としていることから、身体に装着した複数の装置間で通信をおこなう必要がある。たとえば、有線によって各装置を接続する場合、身体の周囲に多くの通信ケーブルを装着することになり、日常生活においては極めて不便である。近年、その解決策として、利用者の身体そのものを通信経路として利用する「人体通信技術」が研究されている [2]. 人間の身体を通信経路として利用する場合、人体への非侵襲性の担保は最も重要な課題となる。よって、我々のグループでは今回、人体に装着した人体通信装置を動作させて心電図計測を行い、その安全性を確認したので報告する。

2 人体通信技術

人体通信の方式は、「電流式」と「電圧式」に大別される。電流式は、人体に電極を直接接触させ、人体に電流を流すことで通信を行う。したがって、金属電極を皮膚に接触させる必要があり、衣服を介した通信はできない。一方、電圧式は(図 1)に示すように、人体に交流電圧を印加することで、誘電体である人体を介して静電容量結合の原理でデータ通信を行う。この場合、衣服を介した通信が可能で、通信端末の設置箇所にも制約がない。利便性の高い「電圧式」が中心に研究されている [3] 現状に鑑み、今回の検討は電圧方式を対象とした。

3 実験

実施した実験について以下で述べる。

3.1 実験の概要

人体通信装置の心電への影響を調査するため、被験者が保持した人体通信送信機を動作させた状態で心電図を計

測し、一般的な異常心電図と比較する。なお、現在までに、人体通信が健康状態に悪影響を及ぼした報告は世界的にも例がなく、日本を代表する企業からも製品化されている [4] ことから、健康上の問題は発生しないと判断し、健康状態に特段の問題が無い成人男性を被験者として、実際に心電図の計測実験をおこなった。なお、被験者の身長は約 165cm、体重は約 55kg である

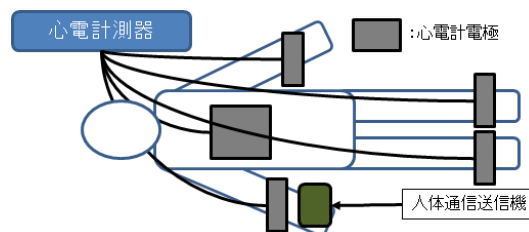


図1 測定系の模式図

3.2 實驗環境

今回の実験には、我々のグループで開発した人体通信送信機を使用し、心電計には市販の心電計（フクダ電子製：FCP-8321）を使用した。また、人体通信装置との比較のため、現在、広く普及しているスマートフォン（SAMSUNG：SC-03D）でも同様の実験をおこなった^{*1}。

3.3 実験方法

まず、通常の状態の心電図を計測する。その後、数分の間隔をあけて、人体通信送信機を右手に持った場合、左手に持った場合、胸の上に置いた場合、携帯電話を持った場合の合計 4 つそれぞれの場合において心電図の計測を行う。心電図の計測は、安静時における 12 誘導心電図を使用した。また、本実験は、環境の変化による影響を避けるため、同日の同一時間帯に行った。

4 心電図について

心電図は心臓が収縮するために発生する電気信号（筋電）を人体表面に接触させた電極を介して計測し、その入力信号に応じて出力された波形である。[5] 心電図は、心

A study on the Influence of Electrocardiogram by Intra-body Communications Equipment.

[†] Akihiro Takeuchi (a5810052@aoyama.jp)

^{*1} <http://www.tca.or.jp/database>

臓の異常に応じてその波形や波形間隔（リズム）の変化が生じる.[5] 正常な心電波形と心臓に異常が発生することで計測される主な6つの異常な心電波形を図2に示す.

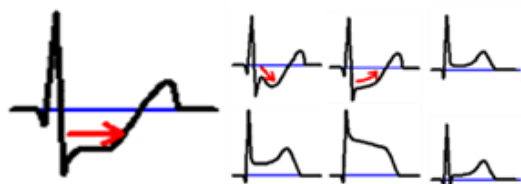


図2 正常な心電波形（左）と 異常な心電波形（右）

また、心電図の異常は波形だけではなく、波形間隔（心拍リズム）にも現れる [5]. そのため、正常な心電間隔と異常な心電間隔を図3, 図4に示す.

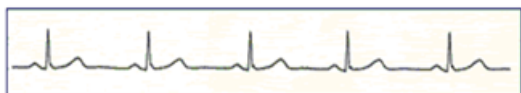


図3 正常な心電間隔

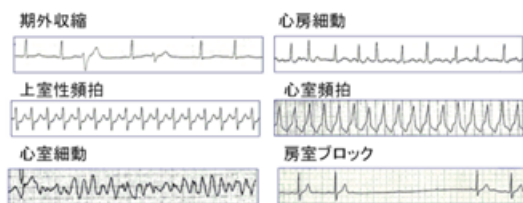


図4 異常な心電間隔

そのほかに、心電計に、人体通信装置からの影響が、直接生じた場合も考えられる. その場合は、心電の周波数が約1 Hz であり、人体通信の使用周波数は1.7 MHz と大きく異なるために、影響が生じた場合は心電の波形と人体通信の波形が重なることにより心電図の心電波形の太さが太くなると予想される.

5 結果

実験を行い、計測された心電図を図5に示す.

6 考察

計測した心電図 図5 より人体通信実行中の②～④は心臓に異常があった場合の心電図と異なっており、正常な心電図や、①の通常の状態では計測した心電図と同様の波形が計測された. このため、人体通信が心臓に対しては、心電波形に変化が現れるような影響は、有していないと考えられる. また、心電波形の太さも通常と同様の太さであったため、人体通信の心電計に対する影響も、問題のない範囲内

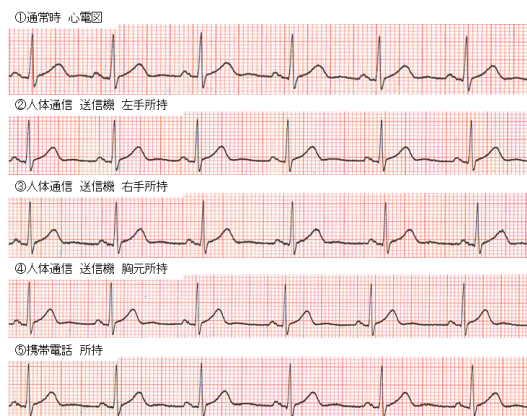


図5 計測された心電図

であると考えられる. また、同様に実験を行った携帯電話の心電図⑤も同様に正常な心電波形が計測された.

7 まとめ

人体を伝送路とする人体通信において、心臓への影響を実際に計測したところ、心電計で計測できる範囲では影響は認められなかった. また、現在、多くの人が所持・利用している、携帯電話も同様の結果を示したため、人体通信の安全性は携帯電話と同様、もしくは、携帯電話以上の高さがあると考えられる.

謝辞

心電図の計測の際に、多大なご協力をしていただいた、相馬さんをはじめとした青山学院大学保健管理センターの方々に感謝いたします.

参考文献

- [1] 柿崎 隆夫, “ウェアラブルコンピュータがもたらすもの”, 電子情報通信学会誌, Vol. 83, No. 5, pp. 365-369, 2000.
- [2] T. G. Zimmerman, “Personal Area Networks: Near-field intrabody communication”, IBM SYSTEM JOURNAL, VOL35, NOS 3&4, pp.609-614, 1996.
- [3] 加藤 康男, 秋岡 幸, 三林 浩二, “ユビキタス人体通信による脈拍計測”, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol. 105, No. 256, pp. 61-64, 2005.
- [4] 門 勇一, 品川 満, “人体近傍電界通信「レッドタクトン」とその応用”, NTT 技術ジャーナル, Vol. 22, No. 1, pp. 16-19, 2010.
- [5] 田中 義文, “体表心電図の基本性質とその読み方”, 日本臨床麻酔学会誌, Vol. 28, No. 3, P 415-430, 2008.